

Weiße Wannen – einfach und sicher

10. Auflage 2013

G. Lohmeyer | K. Ebeling

Anpassungen im Abschnitt 5.4.5, Seite 228 bis 234

5.4.5 Hinweise zur Verbreiterung von Fugen und Rissen

Bei Kellern, die im Erdreich und im Grundwasser stehen, haben weder Schwindvorgänge noch Temperaturänderungen eine besondere Bedeutung. Dies hat mehrere Gründe:

- Die Außenflächen der Betonkonstruktion eines Kellers können bei Wasserkontakt nicht schwinden, wenn sie nach außen kein Wasser abgeben. Wesentliche Temperaturänderungen finden im Nutzungszustand meistens nicht statt. Daher werden Risse und Fugen, wenn sie einmal dicht sind, auch später kaum zu Durchfeuchtungen führen.
- Ein Keller bildet durch Sohlplatte, Wände und Decke einen geschlossenen Kasten. Dabei behindern sich die miteinander verbundenen Bauteile gegenseitig, eigene Verformungen durchzuführen. Größere Längenänderungen einzelner Bauteile können somit nicht entstehen.
- Das einseitige Austrocknen der Wände nach innen verursacht an den Innenseiten eine Verkürzung, wodurch sich die Wände verwölben wollen. Die Verbindung mit anderen Bauteilen verhindert die Verwölbung weitgehend, wodurch Biegerisse an den Innenseiten entstehen können. Dieser Einfluss kann vernachlässigt werden, wenn an den wasserbeanspruchten Außenseiten eine rissfreie Biegedruckzone vorhanden ist.
- Bei Kellern im Grundwasser kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Sohlplatte in ähnlicher Weise schwindet wie die Wände, wenn Sohlplatte und Wände einseitig nach innen austrocknen. Anders verhält sich die Decke, wenn diese nach oben und unten austrocknen kann.
- Eine Sohlplatte mit ebener Unterseite kann sich beim Schwinden zusammenziehen, wenn die Reibung auf dem Untergrund überwunden wird. Die Wände werden diesem Zusammenziehen folgen, denn sie sind mit der Sohlplatte fest verbunden.
- Eine Decke, die nach oben und unten austrocknet, schwindet stärker als Sohlplatte und Wände. Der dabei entstehende Zwang erzeugt in der Decke eine Zugbeanspruchung, wodurch die Rissgefahr in der Decke erhöht wird.
- In den Wänden entsteht gleichzeitig eine Druckbeanspruchung, die die Rissgefahr in den Wänden verringert bzw. die Öffnungsbreite von Fugen und entstandenen Rissen verkleinert.
- Für die Fugen- oder Rissverbreiterung (bzw. Rissentstehung) durch behindertes Schwinden des Betons können folgende Annahmen getroffen werden:
 - : Im unteren Wandbereich sind die Wände mit der Sohlplatte verbunden. Wandfugen direkt oberhalb der durchgehenden Sohlplatte können sich wegen der Verbundwirkung nicht verbreitern, Risse in den Wänden direkt oberhalb der Sohlplatte können durch späteres Schwinden nicht entstehen,.
 - : Im mittleren Wandbereich können sich zwar Fugen verbreitern und es können Risse entstehen, deren Breite wird jedoch durch den Verbund der Wände mit der Decke stark gemindert. Damit wirkt sich der Verbund der Wände mit der Decke auf die Fugenbreite in den Wänden aus.
 - : Im oberen Wandbereich können sich durch späteres Schwinden die Fugen in den Wänden wegen des Verbunds mit der Decke nicht verbreitern. Es können auch keine Risse entstehen, da das stärkere Schwinden der Decke die Zugbeanspruchung in den Wänden überdrückt. Die verbleibende Fugen- oder Rissvergrößerung kann mithilfe eines Abminderungsfaktors abgeschätzt werden.

Ergänzung zu Abschnitt 5.4.5.2

Da das Schwinden der Kellerwände insbesondere durch den Verbund mit der Decke behindert wird, kann die entstehende Schwinddehnung, die zur größten Verbreiterung von Fugen oder Rissen in der mittleren Wandhöhe führen kann, vereinfachend mit einem entsprechenden Abminderungsfaktor k_φ der Tafel 5.3 a) abgeschätzt werden, ausgehend von der unbehinderten Wandschwinddehnung.

Tafel 5.3 a):

Beispiele für Abminderungsfaktoren k_φ zur Schwindverformung von Wänden, die im Verbund mit einer Decke erstellt werden (Empfehlungen der Autoren)

Wanddicke einseitig austrocknender Wände h_w [mm]	Deckendicke beidseitig austrocknender Decken h_D [mm]	Abminderungs- faktoren k_φ
450	250	0,40
300	200	0,35
240	200	0,30

5.4.5.3 Beispiele für den Nachweis von Fugen- und Rissbreitenänderungen

1. Beispiel für Längenänderungen bei unbehindertem Schwinden von Ortbetonwänden

Annahmen für den Nachweis der Verbreiterung einer Wandfuge bei früh einsetzendem Schwinden eines Stahlbetonbehälters:

schwindarmer Beton C30/37 als WU3-Beton nach Tafel 1.7 mit CEM 32,5 N

Wandlänge	L	= 6,50 m
Wanddicke	$h_0 = h_w$	= 300 mm
Trocknungsschwinddehnung	$\varepsilon_{cd,0}$	≈ 0,35 ‰ als Mittelwert
Kriech- und Relaxationsbeiwert	$(\varphi + \psi)_{\infty, to}$	≈ 0,55
Beiwert für die wirksame Bauteildicke	k_h	≈ 0,75 nach Tafel 3.29
betrachteter Zeitpunkt 2 Jahre	t	= 716 d
Beginn des Trocknungsschwindens	t_s	= 14 d (→ Gleichung 3.49)

zeitlicher Verlauf der Schwinddehnung nach (Gl. 3.49):

$$\beta_{ds(t,ts)} = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{h_0^3}] \leq 1$$

$$= (716 - 14) / [(716 - 14) + 0,04 \cdot \sqrt{300^3}]$$

$$\beta_{ds(t,ts)} = 0,77$$

rechnerische Schwinddehnung nach (Gl. 3.48):

$$\varepsilon_{cd(t)} = \beta_{ds(t,ts)} \cdot k_h \cdot (\varphi + \psi)_{\infty, to} \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$\approx 0,77 \cdot 0,75 \cdot 0,55 \cdot 0,35 \text{ mm/m}$$

$$\varepsilon_{cd(t)} \approx 0,11 \text{ mm/m}$$

Fugen- bzw. Rissverbreiterung durch unbehindertes Schwinden des Betons entsprechend der Einwirkungs-kategorie EK-SZ nach Tafel 1.8:

$$\Delta w_{k,S} \approx \varepsilon_{cd(t)} \cdot L = 0,11 \cdot 6,50$$

$$\Delta w_{k,S} \approx \mathbf{0,72 \text{ mm}}$$

Hinweis:

Die rechnerische, unbehinderte Schwinddehnung $\epsilon_{cd(t)}$ überlagert die Verkürzung, die vorher schon beim Abfließen der Hydratationswärme eingetreten war. Dadurch werden insgesamt die Fugenbreiten vergrößert. Falls durch Hydratationswärmeabfluss schon Risse entstanden sind, werden diese durch Schwinden verbreitert. Daher sind abhängig von den gewählten Fugen erforderlichenfalls zusätzlich Rissöffnungen zu berücksichtigen, z.B. auch bei Fugenabdichtungen, die vor dem Betonieren eingebaut werden und somit auch der Einwirkungsklasse EK-FZ nach Tafel 1.8 ausgesetzt sind.

2. Beispiel für Längenänderungen bei behindertem Schwinden von Ortbetonwänden

Annahmen für den Nachweis der Verbreiterung einer Wandfuge bei früh einsetzendem Schwinden der Stahlbetonwand eines Kellers:

schwindarmer Beton C30/37 als WU3-Beton nach Tafel 1.7 mit CEM 32,5 N

Wandlänge	L	= 6,50 m
Wanddicke	h_W	= 300 mm
	$h_{0,W}$	= $2 \cdot 300 = 600$ mm
Deckendicke	$h_{0,D}$	= 200 mm = h_D
Trocknungsschwinddehnung	$\epsilon_{cd,0}$	$\approx 0,35$ ‰ als Mittelwert
Kriech- und Relaxationsbeiwert	$(\varphi + \psi)_{\infty, t_0}$	$\approx 0,55$
Beiwert für die wirksame Bauteildicke	$k_{h,W}$	$\approx 0,70$ nach Tafel 3.29
	$k_{h,D}$	$\approx 0,85$
betrachteter Zeitpunkt 2 Jahre	t	= 716 d
Beginn des Trocknungsschwindens	t_s	= 14 d (→ Gleichung 3.49)

zeitlicher Verlauf der Schwinddehnung für die Wände nach (Gl. 3.49):

$$\beta_{ds(t,t_s)} = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{h_{0,W}^3}] \leq 1$$

$$= (716 - 14) / [(716 - 14) + 0,04 \cdot \sqrt{600^3}]$$

$$\beta_{ds(t,t_s)} = 0,54$$

unbehinderte Schwinddehnung der Wände nach (Gl. 3.48):

$$\epsilon_{cd(t),W} = \beta_{ds(t,t_s)} \cdot k_h \cdot (\varphi + \psi)_{\infty, t_0} \cdot \epsilon_{cd,0}$$

$$\approx 0,54 \cdot 0,70 \cdot 0,55 \cdot 0,35 \text{ mm/m}$$

$$\epsilon_{cd(t),W} \approx 0,07 \text{ mm/m}$$

zeitlicher Verlauf der Schwinddehnung für die Decke nach (Gl. 3.49):

$$\beta_{ds(t,t_s)} = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{h_{0,D}^3}] \leq 1$$

$$= (716 - 14) / [(716 - 14) + 0,04 \cdot \sqrt{200^3}]$$

$$\beta_{ds(t,t_s)} = 0,86$$

unbehinderte Schwinddehnung der Decke nach (Gl. 3.48):

$$\epsilon_{cd(t),D} = \beta_{ds(t,t_s)} \cdot k_h \cdot (\varphi + \psi)_{\infty, t_0} \cdot \epsilon_{cd,0}$$

$$\approx 0,86 \cdot 0,85 \cdot 0,55 \cdot 0,35 \text{ mm/m}$$

$$\epsilon_{cd(t),D} \approx 0,14 \text{ mm/m} > \epsilon_{cd(t),W} \approx 0,07 \text{ mm/m}$$

behinderte Wandschwinddehnung in den Wänden:

$$\epsilon_{res,W} \approx k_{\varphi} \cdot \epsilon_{cd(t),W} \approx 0,35 \cdot 0,07$$

$$\epsilon_{res,W} \approx 0,025 \text{ mm/m}$$

zu erwartende Fugenverbreiterung bei 6,5 m Fugenabstand:

$$\Delta w_{k,s,W} \approx \epsilon_{res,W} \cdot L_W = 0,025 \cdot 6,50$$

$$\Delta w_{k,s,W} \approx 0,16 \text{ mm}$$